

10/505267

PCT/JPC3/03710

日本国特許庁

JAPAN PATENT OFFICE

29.05.03

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日

Date of Application:

2002年 3月27日

出願番号

Application Number:

特願2002-090027

[ST.10/C]:

[JP2002-090027]

出願人

Applicant(s):

科学技術振興事業団
實野 孝久
ナルックス株式会社

REC'D 20 JUN 2003

WIPO

PCT

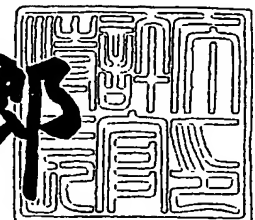
PRIORITY
DOCUMENT

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

2003年 4月11日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3026286

Best Available Copy

【書類名】	特許願
【整理番号】	P015P01
【提出日】	平成14年 3月27日
【あて先】	特許庁長官 及川 耕造 殿
【国際特許分類】	G02B 6/38
【発明の名称】	光学レンズの製造方法および光ファイバコネクタの製造方法
【請求項の数】	5
【発明者】	
【住所又は居所】	大阪府箕面市小野原東5丁目5番19-304号
【氏名】	實野 孝久
【発明者】	
【住所又は居所】	大阪府大阪市生野区巽西1-1-18 207
【氏名】	徳村 啓雨
【特許出願人】	
【持分】	050/100
【識別番号】	396020800
【氏名又は名称】	科学技術振興事業団
【特許出願人】	
【持分】	025/100
【識別番号】	597057922
【氏名又は名称】	實野 孝久
【特許出願人】	
【持分】	025/100
【識別番号】	597073645
【氏名又は名称】	ナルックス株式会社
【代理人】	
【識別番号】	100080034
【弁理士】	

【氏名又は名称】 原 謙三

【電話番号】 06-6351-4384

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 003229

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0111475

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光学レンズの製造方法および光ファイバコネクタの製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

基材の樹脂注入部に、光硬化性樹脂または熱硬化性樹脂からなる第 1 樹脂を注入し当該第 1 樹脂を硬化させる第 1 樹脂注入・硬化工程と、

上記硬化させた第 1 樹脂上に、さらに、光硬化性樹脂または熱硬化性樹脂からなる第 2 樹脂を注入して素レンズを形成する素レンズ形成工程と、

上記第 2 樹脂を硬化させてレンズを形成するレンズ形成工程とを含むことを特徴とする光学レンズの製造方法。

【請求項 2】

上記第 2 樹脂の屈折率が、上記第 1 樹脂の屈折率よりも大きいことを特徴とする請求項 1 に記載の光学レンズの製造方法。

【請求項 3】

上記第 1 樹脂および第 2 樹脂が紫外線硬化樹脂からなり、紫外線を照射することにより硬化させることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の光学レンズの製造方法。

【請求項 4】

上記レンズ形成工程は、上記素レンズを透過する光の波面収差を測定し、当該波面収差がゼロに近づくような形状とすることを特徴とする請求項 1、2、または 3 に記載の光学レンズの製造方法。

【請求項 5】

光ファイバの端部から導出したコアの先端に位置する樹脂注入部にレンズを形成する光ファイバコネクタの製造方法において、

上記樹脂注入部に、光硬化性樹脂または熱硬化性樹脂からなる第 1 樹脂を注入し当該第 1 樹脂を硬化させる第 1 樹脂注入・硬化工程と、

上記硬化させた第 1 樹脂上に、さらに、光硬化性樹脂または熱硬化性樹脂からなる第 2 樹脂を注入して素レンズを形成する素レンズ形成工程と、

上記第 2 樹脂を硬化させてレンズを形成するレンズ形成工程とを含むことを特

徴とする光ファイバコネクタの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、光学レンズの製造方法に関し、特に、5～10ミクロン程度の細径のコアを持つ光ファイバの端部構造としての光ファイバコネクタに好適に用いることのできる光学レンズの製造方法および光ファイバコネクタの製造方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

近年、Single-Mode型（SM型）のガラス光ファイバが長距離幹線系に広く利用され、この種の光ファイバを用いた情報ネットワークの構築が目標とされている。ところで、前記SM型光ファイバは、そのコア径が5～10ミクロンと非常に細いものであるため、光ファイバの敷設に際しては、光ファイバを高精度に接続又は分岐する手段が必要となる。

【0003】

そのため、例えば、図4に示すような高精度な光ファイバコネクタ1が使用されていた。この光ファイバコネクタ1は、コネクタ本体2の端部に、樹脂材5に埋設された光ファイバ線3のファイバー4の先端にある空間部6を介して、所定形状のレンズ面7を有する微小な非球面レンズ8が嵌着され、光ファイバ線3のファイバー4の先端からの出力光を前記非球面レンズ8により平行光としている（図4の破線参照）。

【0004】

しかしながら、光ファイバ線3のコア径は5～10ミクロンと極小であるため、通常、非球面レンズ8には、直径が1ミリ程度のものが使用される。したがって、直径が1ミリ程度の極小径の非球面レンズ8をコネクタ本体2に嵌め込もうとした場合、そのコネクタ本体2に挿着された光ファイバ線3と非球面レンズ8との光軸合わせが非常に困難で、光軸ずれによる品質及び信頼性の低下や製品のコストアップを招来するという問題が生じる。

【 0 0 0 5 】

この問題点を解消するため、本出願人は、特開平 9 - 1 5 4 4 8 号公報に、S M 型光ファイバのようなコア径の小さい光ファイバに適用できる高精度な光ファイバコネクタおよびその製造方法を開示している。

【 0 0 0 6 】

この製造方法は、まず、図 5 (a) に示すように細径のファイバー 2 4 を有する光ファイバ線 2 3 の端部から導出したファイバー 2 4 をコネクタ本体 2 2 に挿入し、そのファイバー導出端の前方部位に紫外線硬化樹脂材 2 6 を注入・充填する。次に、レンズ転写面 2 1 を形成した転写体 2 0 を前記紫外線硬化樹脂材 2 6 の表面に押し当てた状態で、図 5 (b) に示すように前記転写体 2 0 を透過させた紫外線 U V の照射により紫外線硬化樹脂材 2 6 を硬化させ、前記レンズ転写面 2 1 により紫外線硬化樹脂材 2 6 の表面にレンズ転写面 2 1 を転写するものである。

【 0 0 0 7 】

しかしながら、特開平 9 - 1 5 4 4 8 号公報に記載の製造方法では、コネクタ本体 2 2 の端部に注入・充填された紫外線硬化樹脂材 2 6 の表面にレンズ面を形成するため、レンズ転写面 2 1 を形成した転写体 2 0 のような専用の治具が必要である。また、その転写体 2 0 を紫外線硬化樹脂材 2 6 の表面に押し当てる作業も必要である。したがって、作業工程が煩雑なものになるという問題が生じる。

【 0 0 0 8 】

そこで、この問題を解決するために、本願発明者は、特開 2 0 0 2 - 2 3 0 1 5 号公報に記載の光ファイバコネクタの製造方法を開示している。この製造方法は、図 6 (a) ~ 図 6 (c) に示すように、コネクタ本体 2 2 の樹脂注入部 2 9 に、樹脂注入器 3 0 を用いて先端が盛り上がるまで 1 種類の紫外線硬化樹脂 2 6 を注入して素レンズを形成し、当該素レンズの波面測定を行いながら紫外線を照射して樹脂を硬化させることにより、レンズ面 (レンズ) を形成する方法である。

【 0 0 0 9 】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、特開2002-23015号公報に記載のレンズの製造方法では、レンズの波面測定しながら紫外線照射により樹脂を硬化させるときに、樹脂の体積収縮（重合収縮）が大きいいため、硬化後のレンズ長（すなわち、紫外線硬化樹脂の高さ）が短くなっていた。したがって、体積収縮を予め認知して樹脂を硬化させる必要があるが、樹脂の硬化後の体積収縮を予測することは困難である。そのため、波面測定を行いながら樹脂を硬化させても、所望のレンズ形状が得られなかった。具体的には、体積収縮が大きい場合、硬化前のレンズ面の形状と硬化後のレンズ面の形状との差が大きくなる。そのため、レンズ形状を制御することが困難であり、得られたレンズの集光特性が低いものであった。また、内部気泡も発生し、体積収縮の原因となっていた。

【0010】

このように、上記公報に記載のレンズの製造方法では、体積収縮、内部気泡の発生などによりレンズ面の再現性が悪く、高精度にレンズ面の形状を制御することが困難であるため、集光特性の高いレンズが得られないという問題を有していた。

【0011】

それゆえ、レンズ面の形状の微調整が容易であり、集光特性の向上した光学レンズの製造方法の開発が切望されている。

【0012】

本発明は上記の課題に鑑みてなされたもので、その目的は、樹脂の体積収縮による影響を低減し、高精度にレンズ面の形成を制御し得る光学レンズの製造方法および光ファイバコネクタの製造方法を提供することにある。

【0013】

【課題を解決するための手段】

本発明者等は、レンズ面の微調整が容易であり、集光特性の向上した光学レンズの製造方法について鋭意検討した。その結果、樹脂注入部に樹脂を注入し硬化させた後、さらに樹脂を注入し硬化させれば、体積収縮による影響が低減できることを見出し、本発明を完成させるに至った。

【0014】

すなわち、本発明のレンズの製造方法は、上記の課題を解決するために、基材の樹脂注入部に、光硬化性樹脂または熱硬化性樹脂からなる第 1 樹脂を注入し当該第 1 樹脂を硬化させる第 1 樹脂注入・硬化工程と、上記硬化させた第 1 樹脂上に、さらに、光硬化性樹脂または熱硬化性樹脂からなる第 2 樹脂を注入して素レンズを形成する素レンズ形成工程と、上記第 2 樹脂を硬化させてレンズを形成するレンズ形成工程とを含むことを特徴としている。

【 0 0 1 5 】

上記の工程によれば、光硬化性樹脂または熱硬化性樹脂からなる第 1 樹脂を、樹脂注入部に注入して硬化させた後、さらに当該硬化した第 1 樹脂上に光硬化性樹脂または熱硬化性樹脂からなる第 2 樹脂を注入している。すなわち、2 種類の樹脂を段階的に注入して 2 度の注入・硬化の工程を経て、第 1 樹脂および第 2 樹脂からなるレンズを形成している。これにより、樹脂の硬化による体積収縮による影響を低減することができる。したがって、容易かつ高精度にレンズ形状を制御することができる。それゆえ、集光特性が向上したレンズを製造することができる。

【 0 0 1 6 】

上記の構成において、第 2 樹脂の屈折率が、第 1 樹脂の屈折率よりも大きいことが好ましい。

【 0 0 1 7 】

上記の構成によれば、光は屈折率の小さい第 1 樹脂から、屈折率の大きい第 2 樹脂の方に抜けて屈折される。したがって、レンズ面に相当する第 2 樹脂の屈折率が大きければ、波面収差を小さくすることができる。その結果、高い集光特性を得ることができる。また、「第 2 樹脂の屈折率が第 1 樹脂の屈折率よりも大きい」というのは、換言すれば、「第 1 樹脂と第 2 樹脂とが異なる樹脂である」ということもできる。このように、屈折率の異なる 2 種類の樹脂を用いてレンズが形成されていれば、一層体積収縮を低減することができ、集光特性を向上させることができる。

【 0 0 1 8 】

また、上記第 1 樹脂および第 2 樹脂が紫外線硬化樹脂からなり、紫外線を照射

することにより硬化させることが好ましい。

【0019】

第1樹脂および第2樹脂として、紫外線硬化樹脂のような光硬化性樹脂を用いれば、樹脂注入部に注入した紫外線硬化樹脂に紫外線（UV）を照射するだけで樹脂を硬化させることができる。すなわち、紫外線硬化樹脂を用いた場合、紫外線照射した後、熱を加えて硬化させなくてもよい。したがって、熱硬化性樹脂を用いる場合よりも製造工程がより簡略化できる。

【0020】

また、上記レンズ形成工程は、上記素レンズを透過する光の波面収差を測定し、当該波面収差がゼロに近づくような形状とすることが好ましい。

【0021】

上記の構成によれば、レンズ形成工程では、素レンズを透過する光の波面収差がゼロに近づくような形状となるように、第2樹脂を硬化させている。前述のように、体積収縮による影響が低減されているので、従来のように、予め体積収縮を認知することなく第2樹脂を硬化させることができる。

【0022】

本発明にかかる光ファイバコネクタの製造方法は、上記の課題を解決するために、光ファイバーの端部から導出したコアの先端に位置する樹脂注入部にレンズを形成する光ファイバコネクタの製造方法において、上記樹脂注入部に、光硬化性樹脂または熱硬化性樹脂からなる第1樹脂を注入し当該第1樹脂を硬化させる第1樹脂注入・硬化工程と、上記硬化させた第1樹脂上に、さらに、光硬化性樹脂または熱硬化性樹脂からなる第2樹脂を注入して素レンズを形成する素レンズ形成工程と、上記第2樹脂を硬化させてレンズを形成するレンズ形成工程とを含むことを特徴としている。

【0023】

上記の構成によれば、前述のように、樹脂の硬化収縮による影響が低減され、ファイバー光の集光特性が向上した光ファイバコネクタを提供することができる。これにより、光ファイバを高精度に接続または分岐させることができる。

【0024】

【発明の実施の形態】

本発明の実施の一形態について、図1ないし図3、および図7に基づいて説明すれば以下の通りである。なお、本発明はこれに限定されるものではない。

【0025】

1. 本発明にかかる光学レンズ

本発明の光学レンズの製造方法によって、製造される光学レンズは、図2に示される、第1樹脂26および第2樹脂27からなる光ファイバコネクタ19のコリメートレンズである。

【0026】

本実施形態で製造される光ファイバコネクタ19は、図2に示すように、金属または樹脂からなるコネクタ本体22の一方の端部に光ファイバ線23の端部を配置し、光ファイバ線23の端部から導出されたファイバー24をコネクタ本体22に挿入して、コネクタ本体22のファイバー部位にエポキシ系樹脂などの樹脂材25を充填してファイバー24を埋設する。コネクタ本体22のもう一方の端部には、光ファイバ線23のファイバー24の先端面と接合するように充填された第1樹脂26および第2樹脂27からなるコリメートレンズの表面（第2樹脂の表面）にレンズ面を形成し、光ファイバ線23のファイバー24の先端からの出力光を図中の破線矢印で示すようにレンズ面により平行光としている。なお、コネクタ本体22の外周には、位置決め用フランジ28が一体的に形成されている。また、得られる平行光（ファイバーコリメート光）の特性は、後述するレンズの曲率、レンズ長、樹脂の屈折率、コリメート光のビーム径により変化する。

【0027】

なお、本発明の製造方法によって製造される光学レンズは、前述した光ファイバコネクタ19の端部に形成されるコリメートレンズに限定されるものではない。その他にも、例えば、マイクロレンズ、マイクロレンズアレイなども製造することができる。

【0028】

2. 本発明にかかる光学レンズの製造方法

本実施形態にかかる光ファイバコネクタ21の第2樹脂27のレンズ面、すなわち、光ファイバコネクタ19のコリメートレンズの製造方法は、以下に示す（a）～（c）の工程、すなわち、

（a）光ファイバコネクタの樹脂注入部に、光硬化性樹脂または熱硬化性樹脂からなる第1樹脂を注入し、当該第1樹脂を硬化させる工程（第1樹脂注入・硬化工程）

（b）上記硬化させた第1樹脂上に、さらに、光硬化性樹脂または熱硬化性樹脂からなる第2樹脂を注入し素レンズを形成する工程（素レンズ形成工程）

（c）上記素レンズを透過する光の波面収差を測定しながら、波面収差がゼロに近づくように上記第2樹脂を硬化させてレンズを形成する工程（レンズ形成工程）、を含んでいる。以下、（a）～（c）について説明する。

【0029】

（a）第1樹脂注入・硬化工程

まず、図1（a）に示すようにコネクタ本体22の下方に光ファイバ線23の端部を配置し、その端部から導出したファイバー24をコネクタ本体22に挿入してコネクタ本体22のファイバー部位にエポキシ系樹脂等の樹脂材25を充填してファイバー24を埋設したものを用意する。

【0030】

次に、図1（b）に示すように、コネクタ本体22の前端からファイバー24の導出端前方に位置する樹脂注入部29に第1樹脂26を注射器などの樹脂注入器30により注入する。

【0031】

続いて、図1（c）に示すように、光照射または熱を加えることにより、第1樹脂26を硬化させる（図1（c）では、紫外線照射の例）。なお、注入する第1樹脂26の量は特に限定されるものではなく、適当な量を注入すればよい。また、第1樹脂26を硬化する条件は、用いた樹脂の種類によって異なるので適宜設定すればよい。

【0032】

第1樹脂26としては、例えば、紫外線硬化樹脂などの光硬化性樹脂、または

熱硬化性樹脂を用いることができる。ここで、上記「光硬化性樹脂」とは、光照射によって硬化する性質を有している樹脂を意味する。また、上記「紫外線硬化樹脂」とは、紫外線（UV）の照射により硬化する性質を有している樹脂を意味する。光硬化性樹脂は、例えば、アクリレート系化合物、エポキシ系化合物などのモノマーに、光重合開始剤を添加して製造することができる。光重合開始剤としては、アクリレート系化合物の場合、ベンゾイン、ベンゾフェノンなどのラジカル発生化合物を用いることができ、エポキシ系化合物の場合、アリルジアソニウム、クロロホウ酸塩などのオニウム塩を用いることができる。

【0033】

第1樹脂として紫外線硬化樹脂などの光硬化性樹脂を用いた場合、紫外線照射した後、熱を加えて硬化させなくてもよい。したがって、熱硬化性樹脂を用いる場合よりも製造工程がより簡略化できる。

【0034】

第1樹脂26は、さらに、流動性がある狭小な空間へ注入することができる性質を有してもよい。このような性質を有していれば、樹脂注入部29の樹脂注入口を下方に向けて第1樹脂26を上方に向けて注入する場合（図1とは逆向きに第1樹脂26を注入する場合）であっても、当該第1樹脂26が樹脂注入部29から落下することを防ぐことができる。

【0035】

（b）素レンズ形成工程

次に、図1（d）に示すように第1樹脂26上に、さらに第2樹脂27を樹脂注入器30により注入して、素レンズを形成する。すなわち、素レンズは、第1樹脂26および第2樹脂27から形成されている。そして、素レンズの表面、すなわち、注入された第2樹脂27の表面がレンズ面に相当する。なお、図1（e）などでは、第1樹脂26と第2樹脂27との境界が明確であるが、各樹脂の組成に大きな違いはないので、境界面はほとんど見られない。

【0036】

第2樹脂27の注入量は、コネクタ本体22の先端（樹脂注入部29の高さ）よりも高くなるまで注入すればよい。これにより、注入した第2樹脂27の自重

および表面張力によって、第 2 樹脂 2 7 の表面が凸状となり、素レンズが形成される。

【 0 0 3 7 】

このように、第 1 樹脂 2 6 および第 2 樹脂 2 7 からコリメートレンズが構成されている。そして、第 1 樹脂 2 6 から第 2 樹脂 2 7 の表面（レンズ面）までがレンズ長に相当する。したがって、レンズ長は第 1 樹脂 2 6 および第 2 樹脂 2 7 の注入量に依存する。

【 0 0 3 8 】

なお、第 2 樹脂 2 7 も、第 1 樹脂 2 6 と同様、光硬化樹脂および熱硬化性樹脂を用いることができる。前述のように、第 2 樹脂として紫外線硬化樹脂を用いた場合、熱硬化性樹脂を用いる場合よりも製造工程がより簡略化できる。

【 0 0 3 9 】

ここで、第 1 樹脂 2 6 と第 2 樹脂 2 7 との屈折率の差が大きいことが好ましく、第 2 樹脂 2 7 の屈折率が第 1 樹脂 2 6 の屈折率よりも大きいことがより好ましい。第 2 樹脂 2 7 の表面がレンズ面に相当するので、ファイバー 2 4 からの出力光は屈折率の小さい第 1 樹脂 2 6 から屈折率の大きい第 2 樹脂 2 7 を抜けて屈折される。屈折率の小さい方から大きい方に光が抜けると、光が屈折され集光するには有利に作用する。したがって、第 2 樹脂 2 7 の屈折率が第 1 樹脂 2 6 の屈折率より大きければ、波面収差を小さくでき集光特性が向上する。なお、第 1 樹脂 2 6 および第 2 樹脂 2 7 には、屈折率を上昇させるための試薬（例えば、ハロゲン化合物（好ましくは臭素）を含むモノマーなど）が添加されたものであってもよい。

【 0 0 4 0 】

第 2 樹脂 2 7 として表面張力が大きい樹脂を用いた場合、第 2 樹脂 2 7 の表面は曲率が小さな凸状となる。すなわち、レンズ面の曲率が小さいレンズを形成することができる。逆に、第 2 樹脂として表面張力が小さい樹脂を用いた場合、第 2 樹脂の表面は曲率が大きな凸状となる。すなわち、レンズ面の曲率が大きいレンズを形成することができる。

【 0 0 4 1 】

また、第2樹脂27は、前述のように、流動性がある狭小な空間へ注入することができる性質を有していてもよい。このような性質を有していれば、樹脂注入部29の樹脂注入口を下方に向けて第2樹脂27を上方に向けて注入した場合であっても、当該第2樹脂27が樹脂注入部29から落下することを防ぐことができる。

【0042】

(c) レンズ形成工程

続いて、工程(b)によって形成された素レンズを透過する光の波面収差を測定しながら、第2樹脂27を硬化させてレンズ面(第2樹脂27の表面)とすると共にレンズを形成する。波面収差の測定方法としては、公知の測定方法を適用することができる。例えば、シャックハルトマン波面計測器を利用することができる。シャックハルトマン波面測定器の原理は、多数のマイクロレンズを配置したレンズアレイと、当該レンズアレイの各マイクロレンズによる測定光のそれぞれの結像位置を記録するカメラなどで構成される。マイクロレンズは、測定光線の形状に合わせて空間分解能の高いものやダイナミックレンジの広いものを選定すればよい。シャックハルトマン波面計測器内のレンズアレイでは、それぞれのマイクロレンズの焦点位置に点像を結び、その出力光(測定光)の結像位置をカメラにより記録する。

【0043】

ここで、シャックハルトマン波面計測器では、所望のレンズ面の基準データに基づいてマイクロレンズによる結像位置が予め設定されている。したがって、その基準データによる結像位置と出力光(測定光)の結像位置との差、つまり、結像位置のずれ(ずれ量とずれ方向)は、波面の傾きに対応していることから波面を測定することができる。

【0044】

また、光ファイバ線23と、第1樹脂26と硬化前の第2樹脂27とからなる素レンズとの間で光軸がずれている場合、例えば、図3(a)に示すように、理想的なレンズ面(第2樹脂27の表面)の光軸N(コネクタ本体の軸心)に対して、光ファイバ線23の光軸がずれていると、光ファイバ線23を透過して第1

樹脂 26 および第 2 樹脂 27 を介して素レンズから出射される平行光 M が理想的な素レンズの光軸 N と角度をなして交差する。その結果、波面測定器 32 に斜め方向から入射することになる。ここで、「理想的な素レンズ」とは、波面収差が限りなくゼロに近い形状ということもできる。

【0045】

そこで、理想的な素レンズの光軸 N に対して光ファイバ線 23 の光軸がずれている場合には、図 3 (b) に示すように、コネクタ本体 22 および波面測定器 32 を光軸 N に対して上方 (図 3 (b) の矢印方向) に姿勢制御することにより、素レンズを形成する第 2 樹脂 27 をその自重により流動させて、その形状を調整することができる。これにより、形状が調整された素レンズから出射される平行光 M が理想的な素レンズの光軸 N と平行になる。素レンズから出射される平行光 M が理想的な素レンズの光軸 N と平行であれば、波面計測器 32 に正規の方向から入射することになる。その結果、素レンズの波面収差の測定に際して、素レンズの形状を調整して光軸のずれを補正することができる。

【0046】

このようにして、素レンズの波面測定および光軸の補正を行った後、第 2 樹脂 27 の種類に基づいて光照射または熱を加えることによって第 2 樹脂 27 を硬化させる。これにより、レンズ面 (第 2 樹脂 27 の表面) が形成され、光学レンズが完成する。

【0047】

以上のようにして、光ファイバコネクタ 21 を製造することができる。本製造方法では、第 1 樹脂 26 および第 2 樹脂 27 から構成されるレンズが、2 段階で注入される。その結果、従来のように 1 種類の樹脂を 1 段階で注入した場合と比較すると、樹脂の硬化後に見られる体積収縮を抑制することができる。したがって、第 2 樹脂 27 の硬化によるレンズ表面の形状の変化を小さくすることができる。すなわち、レンズ形状の曲率の変化を小さくすることができる。また、波面収差がゼロに近づくような形状に第 2 樹脂 27 を硬化させているため、集光特性を向上させることができる。

【0048】

なお、このようにして製造した光ファイバコネクタ19は、例えば、図7(a)および図7(b)のようにして利用することができる。図7(a)は、前述した光ファイバコネクタ19とほぼ同一の構造の光ファイバコネクタ41とを接続した状態を示したものである。光ファイバコネクタ41は、光ファイバ19と連結するための連結部40を有している。したがって、光ファイバコネクタ41の連結部40に光ファイバコネクタ19を内挿すれば、二つの光ファイバコネクタ19および41が、レンズ面(第2樹脂27の表面)および47間での平行光を介して同軸的に接続される。

【0049】

また、図7(b)のように、光ファイバコネクタ19と受光素子51とが接続されていてもよい。図7(b)のように、発信器または受信器52に内蔵された受光素子51の取り付け部位には、連結部50が形成されている。発信器または受信器52の連結部50に光ファイバコネクタ19を内挿すれば、光ファイバコネクタ19がレンズ面(第2樹脂27の表面)での平行光を介して受光素子51と光学的に接続される。

【0050】

以上のように、本実施形態では、第1樹脂および第2樹脂の2段階(2工程)で樹脂を注入してレンズを形成しているが、注入する樹脂は、2段階に限らずそれ以上の樹脂を用いることもできる。この場合、最後に注入した樹脂を、前述したような波面収差を測定しながら硬化させればよい。

【0051】

また、本実施形態では、光ファイバコネクタ21に用いる光学レンズの製造方法について説明したが、光ファイバ以外の光学レンズを製造することも可能である。具体的には、樹脂注入部に第1樹脂を注入して硬化させた後、第2樹脂を注入して波面収差を測定しながら、当該波面収差がゼロに近づくような形状にレンズ面の形状を調整して第2樹脂を硬化させれば、種々の光学レンズを製造することができる。

【0052】

また、本発明の製造方法を用いて、市販のフェルールに形状に合わせてファイ

バーを付けるフェルール本体部とキャップ部とレンズ部とからなる、コリメートレンズ付フェルールも製造することができる。

【 0 0 5 3 】

【実施例】

以下、実施例に基づいて、本発明をより詳細に説明する。なお、本発明はこれに限定されるものではない。

【 0 0 5 4 】

〔実施例 1〕

まず、光ファイバコネクタの樹脂注入部に第 1 樹脂として紫外線硬化樹脂 MP 1 2 1（硬化樹脂屈折率；1. 5 5、三菱レーヨン社製）を注入した後、紫外線を照射し第 1 樹脂を硬化させた。次に、第 1 樹脂上にさらに第 2 樹脂として紫外線硬化樹脂 UT 1 0 5 9（硬化樹脂屈折率：1. 5 8、三菱レーヨン社製）を注入し素レンズを形成した。続いて、素レンズを透過する光の波面収差をシャックハルトマン波面計測器によって測定しながら、波面収差がゼロに近づいたところで紫外線を照射して第 2 樹脂を硬化させて光ファイバコネクタのコリメートレンズを製造した。得られたコリメートレンズの波面収差は 1λ 以下（ λ ：1. 3 μ m）であり、レンズ長は 2. 8 mm であった。なお、硬化前と硬化後のコリメートレンズの波面収差にはほとんど差が見られなかった。

【 0 0 5 5 】

〔実施例 2〕

第 1 樹脂および第 2 樹脂として紫外線硬化樹脂 MP 1 2 1（硬化樹脂屈折率；1. 5 5、三菱レーヨン社製）を用いた以外は、実施例 1 と同様の方法で光ファイバコネクタのコリメートレンズを製造した。得られたコリメートレンズの波面収差は約 2λ であり、レンズ長は 2. 8 mm であった。なお、硬化前と硬化後のコリメートレンズの波面収差にはほとんど差が見られなかった。

【 0 0 5 6 】

〔比較例〕

第 1 樹脂として紫外線硬化樹脂 MP 1 2 1（硬化樹脂屈折率；1. 5 5、三菱レーヨン社製）を用い、第 1 樹脂単独でレンズを形成する以外は、実施例 1 とほ

ば同様の方法により、光ファイバコネクタのコリメートレンズを製造した。得られたコリメートレンズのレンズ長は2.56mmであり、体積収縮により実施例1の場合と比較するとレンズ長が8%短いものとなった。また、得られたコリメートレンズの波面収差は約5λであった。なお、硬化後のコリメートレンズの波面収差は約4λであった。

【0057】

【発明の効果】

本発明にかかるレンズの製造方法は、以上のように、樹脂注入部に、光硬化性樹脂または熱硬化性樹脂からなる第1樹脂を注入し当該第1樹脂を硬化させる第1樹脂注入・硬化工程と、上記硬化させた第1樹脂上に、さらに、光硬化性樹脂または熱硬化性樹脂からなる第2樹脂を注入して素レンズを形成する素レンズ形成工程と、上記第2樹脂を硬化させてレンズを形成するレンズ形成工程とを含む構成である。

【0058】

それゆえ、体積収縮による影響が低減されているので、従来のように、予め体積収縮を認知することなく第2樹脂を硬化させることができる。それゆえ、容易にレンズ形状を制御することができるので、集光特性が向上したレンズを製造することができるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の実施の一形態にかかる光ファイバコネクタの製造方法を説明するための概略図である。

【図2】

本発明の実施の一形態にかかる光ファイバコネクタの断面図である。

【図3】

本発明の実施の一形態にかかる光ファイバコネクタのレンズ面と光ファイバとの光軸ずれを補正する方法を示したものである。

【図4】

従来の光ファイバコネクタの断面図である。

【図 5】

本出願人が先に提案した光ファイバコネクタの製造方法を説明するための断面図である。

【図 6】

本出願人が先に提案した別の光ファイバコネクタの製造方法を説明するための断面図である。

【図 7】

本発明の実施の一形態にかかる光ファイバコネクタの使用例を説明するものであり、（a）は光ファイバコネクタ同士を接続した場合の断面図であり、（b）は発信器または受信器に取り付けた場合の断面図である。

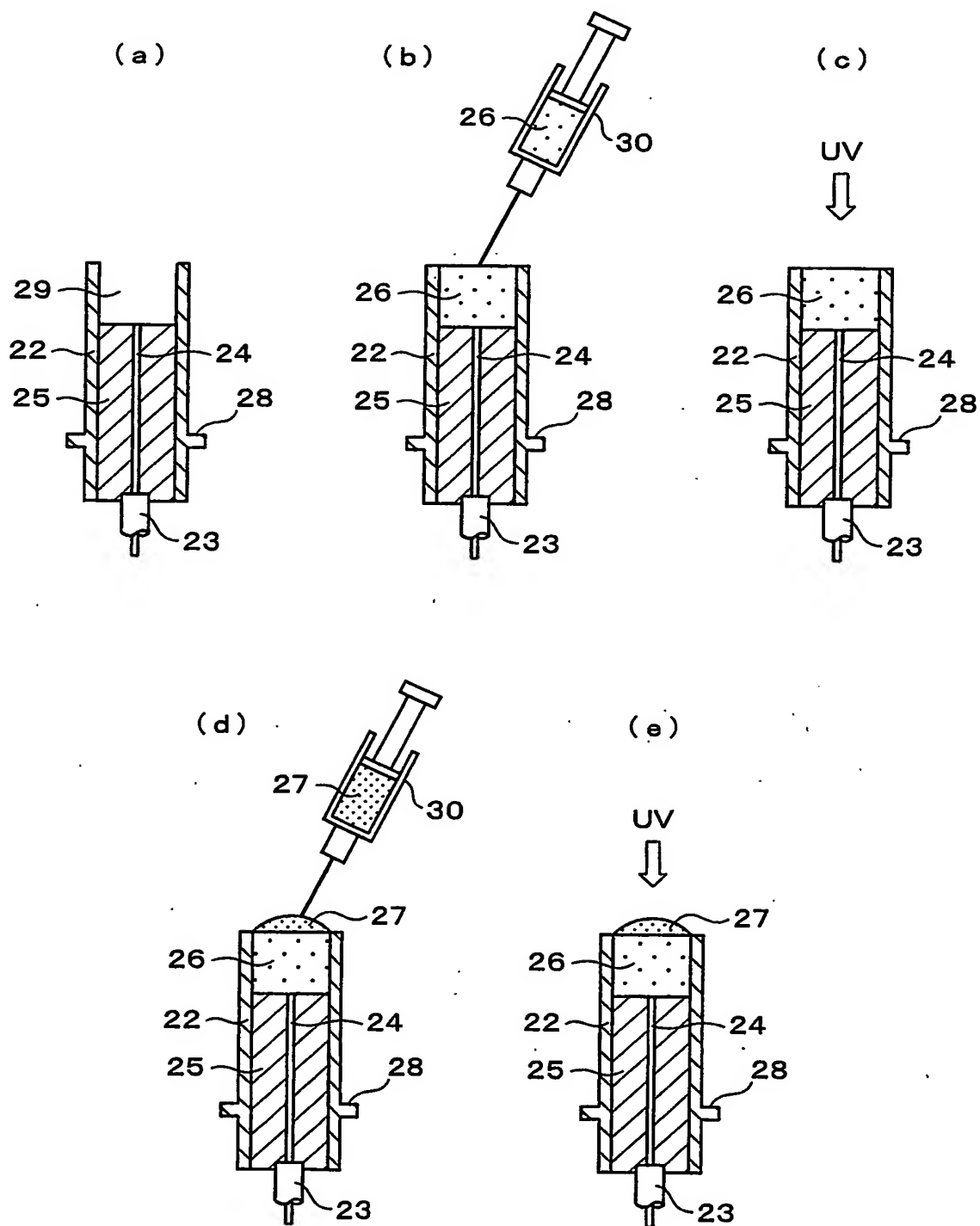
【符号の説明】

- 1 光ファイバコネクタ
- 2 コネクタ本体
- 3 光ファイバ線
- 4 ファイバー
- 5 樹脂材
- 6 空間部
- 7 レンズ面
- 8 非球面レンズ
- 19 光ファイバコネクタ
- 20 転写体
- 21 レンズ転写面
- 22 コネクタ本体
- 23 光ファイバ線
- 24 ファイバー
- 25 樹脂材
- 26 第 1 樹脂
- 27 第 2 樹脂
- 28 フランジ

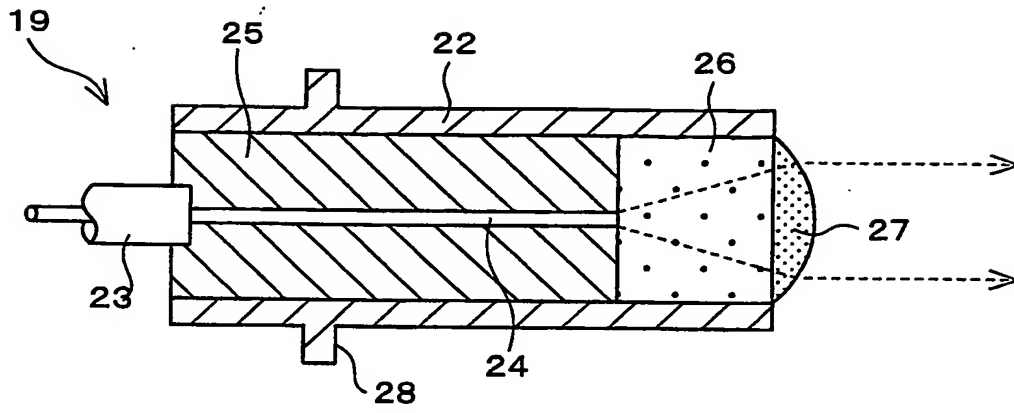
- 2 9 樹脂注入部
- 3 0 樹脂注入器
- 3 2 波面測定器
- 4 0 連結部
- 4 1 光ファイバコネクタ
- 4 2 コネクタ本体
- 4 3 光ファイバ線
- 4 6 樹脂材
- 4 7 レンズ面
- 5 0 連結部
- 5 1 受光素子
- 5 2 発信器または受信器

【書類名】 図面

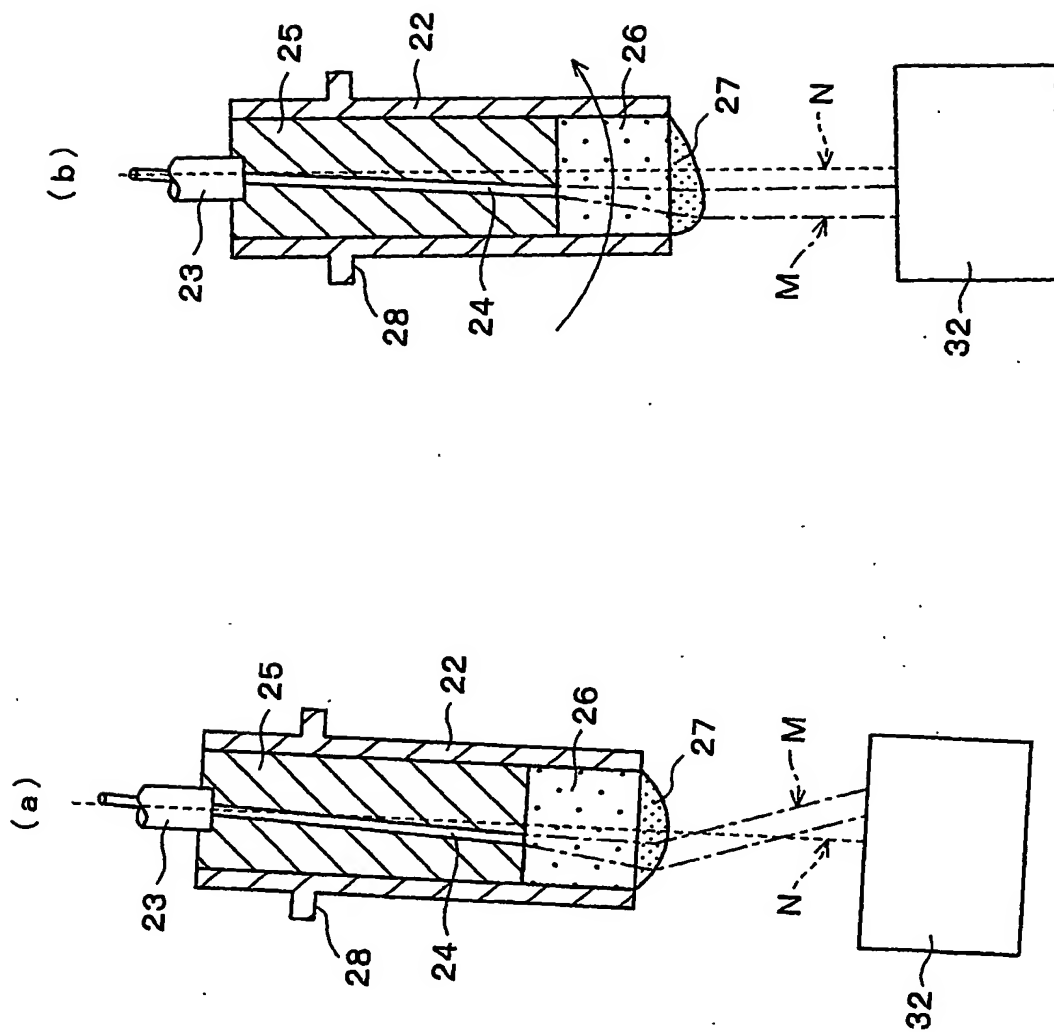
【図 1】



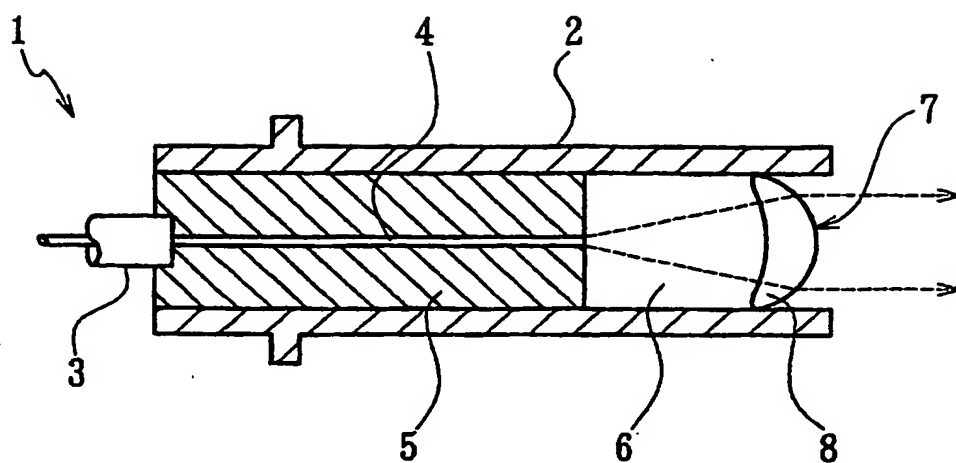
【図 2】



【図 3】

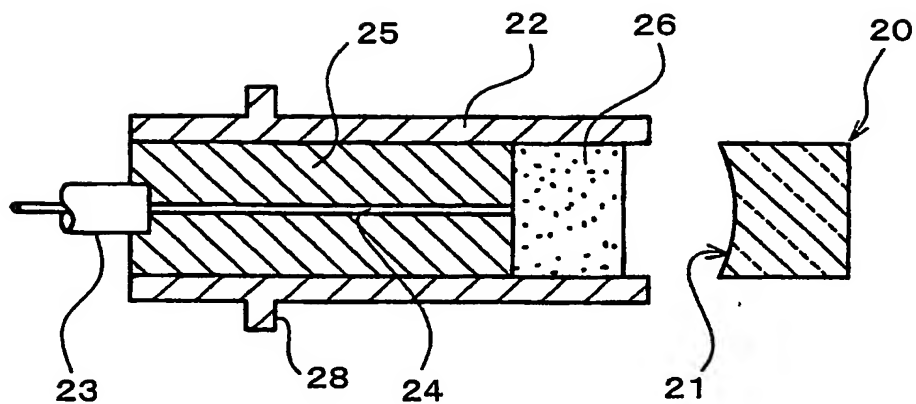


【図4】

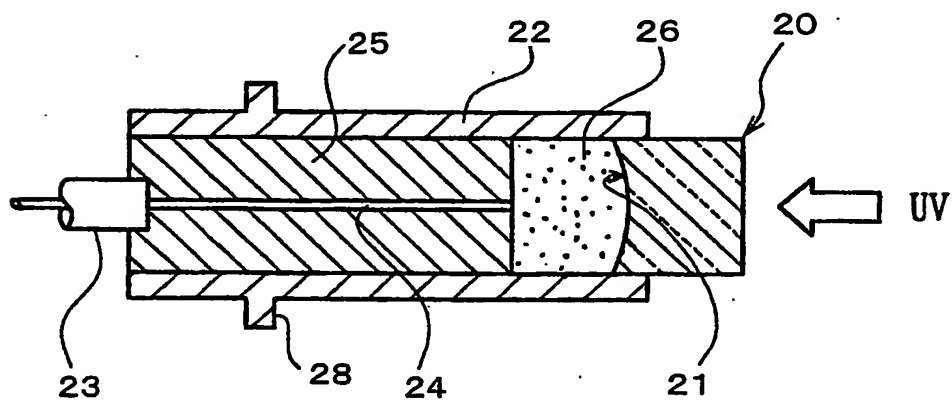


【図5】

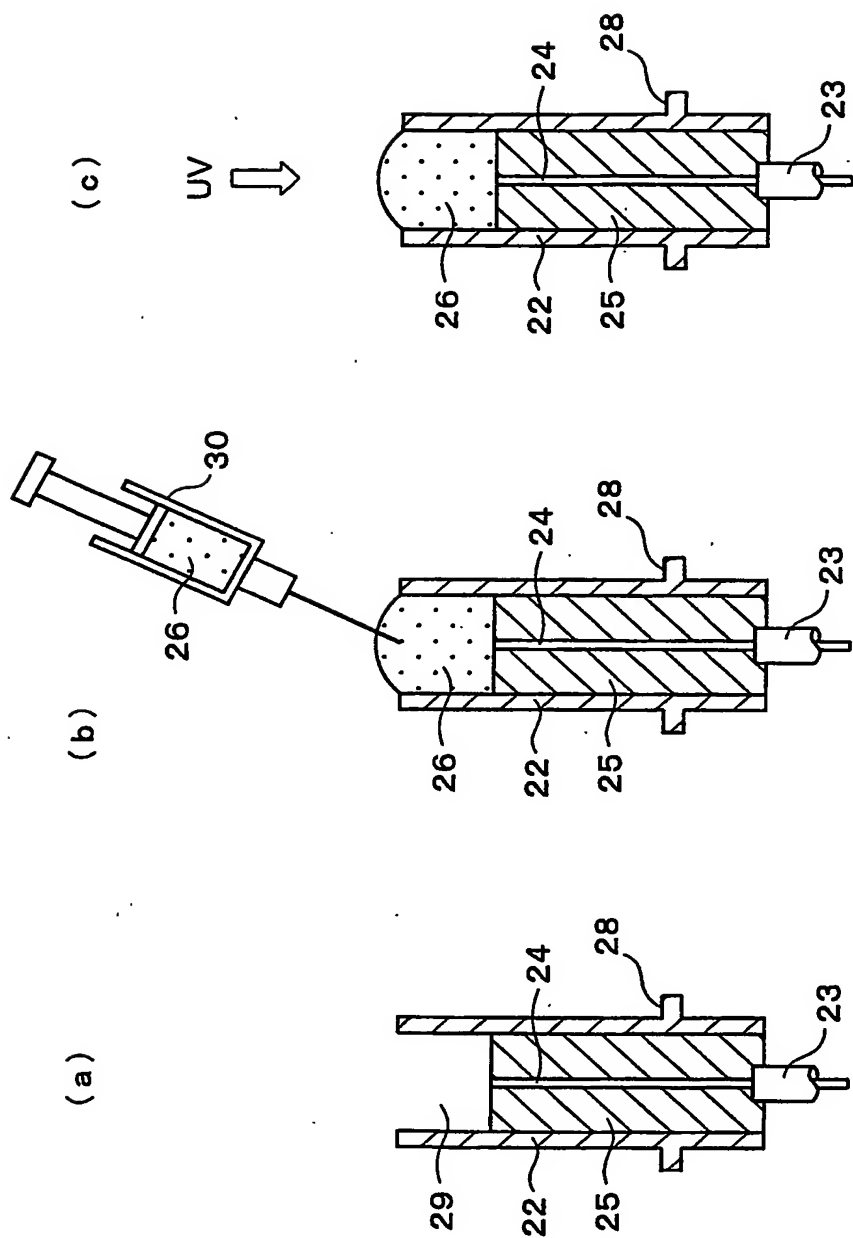
(a)



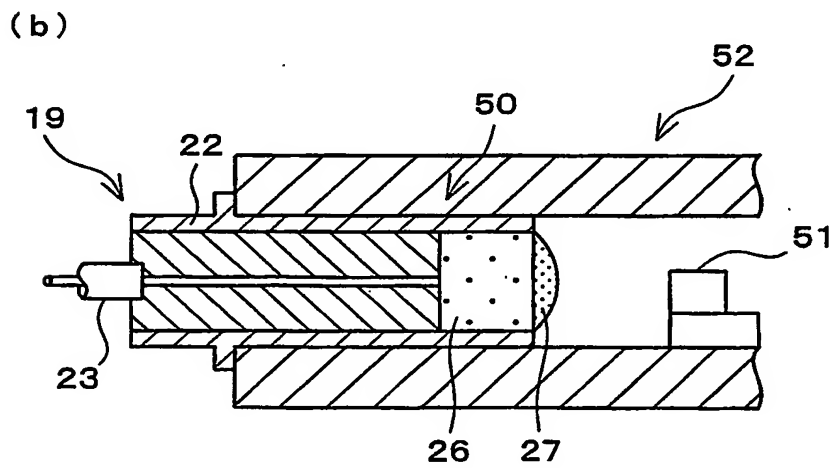
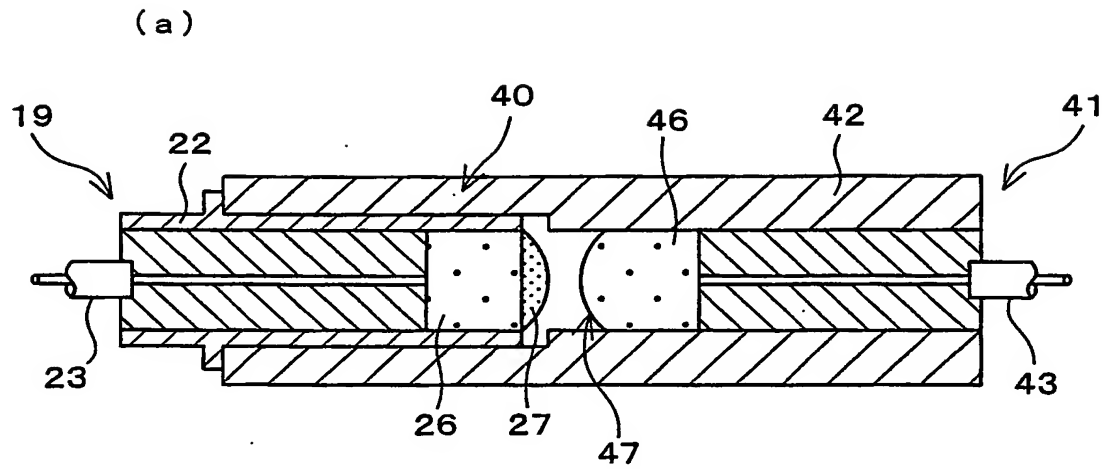
(b)



【図6】



【図 7】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 樹脂の体積収縮による影響を低減し、レンズ面の形成の高精度化、製品を高品質化し得る光学レンズの製造方法を提供する。

【解決手段】 本発明の光ファイバコネクタの製造方法は、コネクタ本体 2 2 の樹脂注入部 2 9 に、光硬化性樹脂または熱硬化性樹脂からなる第 1 樹脂 2 6 を注入し当該第 1 樹脂 2 6 を硬化させる第 1 樹脂注入・硬化工程と、上記硬化させた第 1 樹脂 2 6 上に、さらに、光硬化性樹脂または熱硬化性樹脂からなる第 2 樹脂 2 7 を注入して素レンズを形成する素レンズ形成工程と、上記第 2 樹脂 2 7 を硬化させてレンズを形成するレンズ形成工程とを含んでいる。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [396020800]

1. 変更年月日	1998年 2月24日
[変更理由]	名称変更
住 所	埼玉県川口市本町4丁目1番8号
氏 名	科学技術振興事業団

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [597057922]

1. 変更年月日 1997年 4月24日

[変更理由] 新規登録

住 所 大阪府箕面市小野原東5丁目5番19-304号
氏 名 實野 孝久

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [597073645]

1. 変更年月日 2000年 2月29日
[変更理由] 住所変更
住 所 大阪府三島郡島本町山崎2丁目1番7号
氏 名 ナルックス株式会社

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.